

White light emitting phosphor blend for LED devices

Publication number: JP2003533852T

Publication date: 2003-11-11

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: **C09K11/77; H01L33/00; C09K11/77; H01L33/00;**
(IPC1-7): F21V9/16; C09K11/08; C09K11/61;
C09K11/62; C09K11/64; C09K11/71; C09K11/72;
F21V5/04; H01L33/00; F21Y101/02

- european: C09K11/77N6; C09K11/77N10B; H01L33/00B3B

Application number: JP20010584499T 20010514

Priority number(s): US20000571379 20000515; WO2001US15494
20010514

Also published as:

WO0189000 (A1)
US7015510 (B2)
US6501100 (B1)
US2003067008 (A1)
EP1295347 (A0)

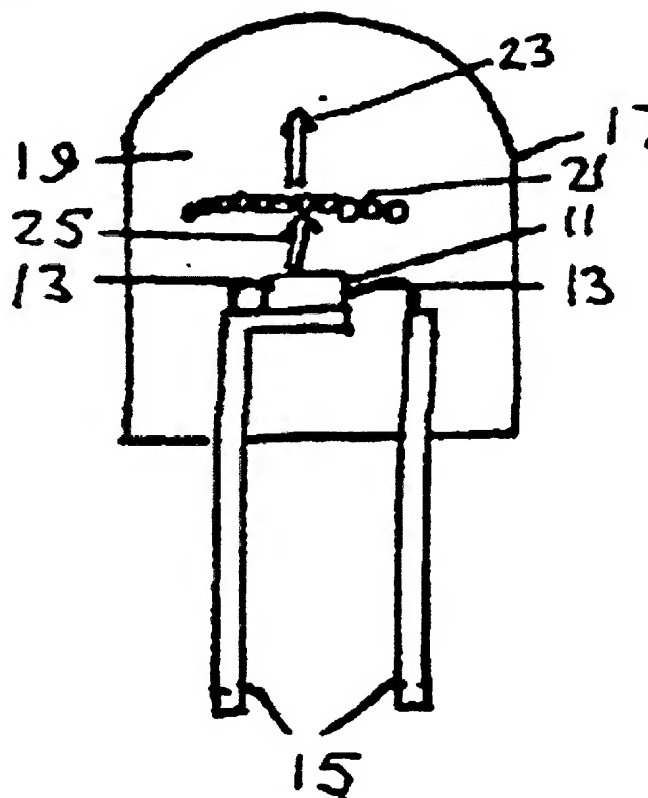
more >>

[Report a data error here](#)

Abstract not available for JP2003533852T

Abstract of corresponding document: **US2003067008**

There is provided a white light illumination system including a radiation source, a first luminescent material having a peak emission wavelength of about 570 to about 620 nm, and a second luminescent material having a peak emission wavelength of about 480 to about 500 nm, which is different from the first luminescent material. The LED may be a UV LED and the luminescent materials may be a blend of two phosphors. The first phosphor may be an orange emitting Eu^{2+} , Mn^{2+} doped strontium pyrophosphate, $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$. The second phosphor may be a blue-green emitting Eu^{2+} doped SAE, $(\text{Sr}_{0.90-0.99}\text{Eu}_{0.01-0.1})_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$. A human observer perceives the combination of the orange and the blue-green phosphor emissions as white light.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号
特表2003-533852
(P2003-533852A)

(43) 公表日 平成15年11月11日 (2003. 11. 11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 2 1 V 9/16		F 2 1 V 9/16	4 H 0 0 1
C 0 9 K 11/08		C 0 9 K 11/08	B 5 F 0 4 1
			J
11/61	CPN	11/61	CPN
11/62	CQF	11/62	CQF
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 31 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-584499 (P2001-584499)
(86) (22) 出願日 平成13年5月14日 (2001. 5. 14)
(85) 翻訳文提出日 平成14年1月15日 (2002. 1. 15)
(86) 国際出願番号 P C T / U S 0 1 / 1 5 4 9 4
(87) 国際公開番号 W O 0 1 / 0 8 9 0 0 0
(87) 国際公開日 平成13年11月22日 (2001. 11. 22)
(31) 優先権主張番号 0 9 / 5 7 1 , 3 7 9
(32) 優先日 平成12年5月15日 (2000. 5. 15)
(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANY
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1番
(72) 発明者 スリバスタバ、アロク・マニ
アメリカ合衆国、12309、ニューヨーク州、
ニスカユナ、フィロメナ・ロード、1378番
(72) 発明者 コマンゾ、ホリー・アン
アメリカ合衆国、12309、ニューヨーク州、
ニスカユナ、イースタン・パークウェイ、
2506番
(74) 代理人 弁理士 松本 研一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LEDデバイス用白色光放出性発光体

(57) 【要約】

【課題】 白色光照明システムを提供する。

【解決手段】 放射線源、約570～約620 nmのピーク発光波長を有する第一の発光物質、及び第一の発光物質とは異なり、約480～約500 nmのピーク発光波長を有する第二の発光物質を含む白色光照明システムを提供する。このLEDはUVLEDであることができ、発光物質は2種類の発光体のブレンドでもよい。第一の発光体は橙色発光性のEu²⁺とMn²⁺をドープしたピロリン酸ストロンチウム (S r_{0.8}E u_{0.1}M n_{0.1})₂P₂O₇とすることができる。第二の発光体は青緑色発光性のEu³⁺をドープしたS A E (S r_{0.90-0.99}E u_{0.01-0.1})₄A l₁₄O₂₅とすることができる。観察者はこの橙色光と青緑色光の組合せを白色光として認識する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 放射線源と、

約570～約620nmのピーク発光波長を有する第一の発光物質と、

第一の発光物質とは異なり、約480～約500nmのピーク発光波長を有する第二の発光物質と
を含んでなる白色光照明システム。

【請求項2】 当該システムが放出する白色光が、放射線源が放出する可視光成分を含まない、請求項1記載のシステム。

【請求項3】 放射線源のピーク発光波長が360～420nmである、請求項1記載のシステム。

【請求項4】 放射線源が、InGa_N活性層を含有しており370～405nmのピーク発光波長を有する発光ダイオードからなる、請求項3記載のシステム。

【請求項5】 放射線源が蛍光灯に含まれているガスからなり、この放射線源が放出する放射線が紫外線からなる、請求項1記載のシステム。

【請求項6】 放射線源がプラズマディスプレイに含まれているガスからなり、この放射線源が放出する放射線が紫外線からなる、請求項1記載のシステム。

【請求項7】 第一の発光物質が第一の $\text{APO} : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ 発光体からなり、AがSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる、請求項1記載のシステム。

【請求項8】 第一の発光体が $\text{A}_2\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$ からなる、請求項7記載のシステム。

【請求項9】 第一の発光体が $(\text{A}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Mn}_y)_2\text{P}_2\text{O}_7$ からなり、 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0 < y \leq 0.2$ である、請求項8記載のシステム。

【請求項10】 第二の発光物質が、

a) $\text{A}_4\text{D}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる)、

b) $(2\text{AO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3) : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、

Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる)、

c) $\text{AD}_8\text{O}_{13}:\text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる)、

d) $\text{A}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる)、又は

e) $\text{A}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{AlCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる)

の少なくとも1種の中から選択される第二の発光体からなる、請求項9記載のシステム。

【請求項11】 第二の発光物質が、

a) $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ 発光体、

b) $(2\text{SrO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3):\text{Eu}^{2+}$ 発光体、

c) $\text{BaAl}_8\text{O}_{13}:\text{Eu}^{2+}$ 発光体、

d) $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 発光体、又は

e) $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 発光体

の少なくとも1種の中から選択される第二の発光体からなる、請求項10記載のシステム。

【請求項12】 第一の発光体と第二の発光体が散在している、請求項11記載のシステム。

【請求項13】 光源が370～405nmのピーク発光波長を有する発光ダイオードからなる、請求項12記載のシステム。

【請求項14】 さらに、発光ダイオードを含むシェルと、シェルと発光ダイオードとの間のカプセル材料とを含んでおり、

a) 第一と第二の発光体が発光ダイオードの表面を覆って塗布されているか、

b) 第一と第二の発光体がカプセル材料中に散在しているか、又は

c) 第一と第二の発光体がシェル上に塗布されている、請求項13記載のシステム。

【請求項15】 第一の発光体が $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$ からなり、第二の発光体が $(\text{Sr}_{0.90-0.99}\text{Eu}_{0.01-0.1})_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ からなり、発光

ダイオードのピーク発光波長が約380nmであり、第一の発光体と第二の発光体の重量比が約77:23であり、当該システムが放出する放射線のCIE色座標がほぼ $x=0.39$ 、 $y=0.42$ である、請求項14記載のシステム。

【請求項16】 第一の発光体が $(Sr_{0.8}Eu_{0.1}Mn_{0.1})_2P_2O_7$ からなり、第二の発光体が $(Sr_{0.90-0.99}Eu_{0.01-0.1})_4Al_{14}O_{25}$ からなり、発光ダイオードのピーク発光波長が約405nmであり、第一の発光体と第二の発光体の重量比が約89:11であり、当該システムが放出する放射線のCIE色座標がほぼ $x=0.39$ 、 $y=0.42$ である、請求項14記載のシステム。

【請求項17】 370~405nmのピーク発光波長を有する発光ダイオードと、

第一の $AP_2O_7:Eu^{2+}$ 、 Mn^{2+} 発光体（ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）と、

a) $A_4D_{14}O_{25}:Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

b) $(2AO*0.84P_2O_5*0.16B_2O_3):Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、

c) $AD_8O_{13}:Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

d) $A_{10}(PO_4)_6Cl_2:Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、又は

e) $A_2Si_3O_8*2ACl_2:Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）

の少なくとも1種の中から選択される第二の発光体とを含んでなる白色光照明システム。

【請求項18】 第一の発光体が $(A_{1-x-y}Eu_xMn_y)_2P_2O_7$ （ただし、 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0 < y \leq 0.2$ である）からなり、第二の発光体が、

a) $Sr_4Al_{14}O_{25}:Eu^{2+}$ 発光体、

b) $(2SrO*0.84P_2O_5*0.16B_2O_3):Eu^{2+}$ 発光体、

c) $BaAl_8O_{13}:Eu^{2+}$ 発光体、

d) $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ 発光体、又は

e) $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ 発光体

の少なくとも1種の中から選択され、第一の発光体が第二の発光体と共に散在している、請求項17記載のシステム。

【請求項19】 さらに、発光ダイオードを含むシェルと、シェルと発光ダイオードとの間のカプセル材料とを含んでおり、

a) 第一と第二の発光体が発光ダイオードの表面を覆って塗布されているか、

b) 第一と第二の発光体がカプセル材料中に散在しているか、又は

c) 第一と第二の発光体がシェル上に塗布されている、請求項18記載のシステム。

【請求項20】 第一の発光体が $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$ からなり、第二の発光体が $(\text{Sr}_{0.90-0.99}\text{Eu}_{0.01-0.1})_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}$ からなり、当該システムが放出する放射線のCIE色座標がほぼ $x=0.39$ 、 $y=0.42$ であり、発光ダイオードのピーク発光波長及び第一の発光体と第二の発光体の重量比が次の関係を満たす、すなわち、a) 発光ダイオードのピーク発光波長が約380nmであり、かつ第一の発光体と第二の発光体の重量比が約77:23であるか、又は、b) 発光ダイオードのピーク発光波長が約405nmであり、かつ第一の発光体と第二の発光体の重量比が約89:11である、請求項19記載のシステム。

【請求項21】 約570～約620nmのピーク発光波長を有する第一の発光体粉末と、約480～約500nmのピーク発光波長を有する第二の発光体粉末とをブレンドして発光体粉末混合物を形成し、

この発光体粉末混合物を放射線源に隣接して白色光照明システム中に配置することを含んでなる白色光照明システムの製造方法。

【請求項22】 放射線源が370～405nmのピーク発光波長を有する発光ダイオードからなり、第一の発光体粉末が $\text{APO} : \text{Eu}^{2+}$ 、 Mn^{2+} (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる) からなり、第二の発光体粉末が、

a) $\text{A}_4\text{D}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも

も1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

b) $(2\text{AO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3) : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、

c) $\text{AD}_8\text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

d) $\text{A}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、又は

e) $\text{A}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{ACl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ (ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる)

の少なくとも1種の中から選択される、請求項21記載の方法。

【請求項23】 $\text{APO} : \text{Eu}^{2+}$, Mn^{2+} 発光体が $(\text{A}_{1-x-y}\text{Eu}_x\text{Mn}_y)_2\text{P}_2\text{O}_7$ (ただし、 $0 < x \leq 0.2$ 、 $0 < y \leq 0.2$ である) からなり、第二の発光体が、

a) $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$ 、

b) $(2\text{SrO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3) : \text{Eu}^{2+}$ 、

c) $\text{BaAl}_8\text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$ 、

d) $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ 、又は

e) $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2 : \text{Eu}^{2+}$

の少なくとも1種からなる、請求項22記載の方法。

【請求項24】 さらに、 SrHPO_4 粉末、 Eu_2O_3 粉末、 MnCO_3 粉末及び $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ 粉末を混合して出発粉末混合物を形成し、この出発粉末混合物を空气中で約600～800℃に加熱し、出発粉末混合物を約1000～1250℃の還元性雰囲気中で焼成し、焼した物体を第一の発光体粉末に変換することを含んでいる、請求項23記載の方法。

【請求項25】 さらに、加熱工程の後焼成工程の前に出発粉末混合物をブレンドすることを含んでいる、請求項24記載の方法。

【請求項26】 出発粉末混合物を窒素及び0.1～10%の水素からなる雰囲気の中で4～10時間焼成する、請求項25記載の方法。

【請求項27】 $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ 粉末を生成する第一の発光体のモル数に

対して化学量論比の 2 % 過剰の量加える、請求項 26 記載の方法。

【請求項 28】 さらに、発光ダイオードをシェル中に配置し、このシェルをカプセル材料で充填することを含んでいる、請求項 22 記載の方法。

【請求項 29】 さらに、

- a) 発光体粉末混合物と溶媒の懸濁液を発光ダイオードの表面上に塗布し、この懸濁液を乾燥するか、
 - b) 発光体粉末混合物をカプセル材料中に散在させるか、又は
 - c) 発光体粉末混合物と溶媒の懸濁液をシェル上に塗布し、この懸濁液を乾燥する
- ことを含んでいる、請求項 28 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の技術的背景】

本発明は、広い意味で白色光照明システムに係り、特に発光ダイオード（「LED」）が放出したUV放射線を白色光に変換するセラミック発光体ブレンドに係る。

【0002】

白色光放出性LEDは液晶ディスプレイのバックライトとして、また従来の小さいランプや蛍光灯の代替品として用いられている。S. Nakamura他著「The Blue Laser Diode」の第10.4章、第216～221頁（Springer 1997）（引用により本明細書に含まれているものとする）に記載されているように、白色光LEDは青色発光半導体LEDの出力面上にセラミック発光体層を形成することによって製造される。従来の青色LEDはInGa_N単一量子井戸LEDであり、発光体はセリウムをドープしたイットリウムアルミニウムガーネット（「YAG:Ce」）Y₃Al₅O₁₂:Ce³⁺である。このLEDによって放出された青色光が発光体を励起し、黄色光を放出させる。LEDが放出した青色光は発光体を通して伝えられ、発光体が放出した黄色光と混合される。観察者は青色光と黄色光の混合物を白色光として認識する。

【0003】

しかし、この青色LED-YAG:Ce発光体白色光照明システムには以下の欠点がある。LED色出力（例えば、スペクトル出力分布及びピーク発光波長）がLED活性層のバンドギャップ幅及びLEDにかかる電力によって変化する。製造時、一定の割合のLEDが、所望の幅より大きいか又は小さい実際のバンドギャップ幅を有する活性層をもつものが生成する。したがって、このようなLEDの色出力は所望のパラメーターから外れている。また、特定のLEDのバンドギャップが所望の幅をもっている場合でも、LEDの作動中このLEDにかかる電力が所望の値から外れることが多い。これもまた、LEDの色出力が所望のパラメーターから外れる原因になる。このシステムが放出する光はLEDに由来す

る青色成分を含んでいるので、このLEDの色出力が所望のパラメーターから外れると、このシステムの光出力も所望のパラメーターから外れる。所望のパラメーターから大きく外れるとシステムの色出力が白色に見えない（すなわち、青味がかったり黄色味がかったりする）ことがある。

【0004】

さらに、青色LED-YAG:Ce発光体システムの色出力はこの発光体の厚さに極めて敏感なので、LEDランプの製造中日常的にしばしば起こる避けられない所望のパラメーターからのずれ（すなわち、製造系統的変動）のために青色LED-YAG:Ce発光体システムの色出力は大きく変化する。発光体が薄過ぎると、LEDが放出した青色光が所望量より多く発光体を透過し、LED-発光体システムの合わせた光出力は青色LEDの出力によって支配されるので、この光出力が青味がかって見えるようになる。逆に、発光体が厚過ぎると、所望の量より少ない青色LED光が厚いYAG:Ce発光体層を通して透過する。この場合、組み合わせたLED-発光体システムは、YAG:Ce発光体の黄色出力に支配されるので黄色味がかって見えることになる。

【0005】

したがって、発光体の厚さは従来技術のシステムの色出力に影響する重要な変量である。残念ながら、青色LED-YAG:Ce発光体システムの大規模生産中発光体の正確な厚さを制御することは困難である。発光体の厚さが変化すると、得られるシステムの出力が白色光照明用途に適さなくなることが多く、システムの色出力は白色でなくなり（すなわち、青味がかったり又は黄色味がかったりし）、その結果青色LED-YAG:Ce発光体システムの製造収率が許容できないほど低くなる。

【0006】

また、青色LED-YAG:Ce発光体システムは青色光と黄色光の分離のためハロー効果(halo effect)を受ける。LEDは指向性に青色光を放出する。しかし、発光体は等方性に（すなわち、あらゆる方向に）黄色光を放出する。したがって、システムの光出力をまっすぐ（すなわち、LED発光方向で）観察すると、その光は青味がかった白色に見える。逆に、光出力をある角度で観察すると

、その光は黄色の発光体放出が優勢なため黄色味がかって見える。そのようなシステムの光出力を平らな表面に当てると、青味がかった範囲を取り巻く黄色味がかったハローとして見える。本発明は、上記したような問題を克服するか、又は少なくとも低減することに関する。

【0007】

【発明の概要】

本発明の1つの局面によると、放射線源と、約570～約620nmのピーク発光波長を有する第一の発光物質と、第一の発光物質とは異なり、約480～約500nmのピーク発光波長を有する第二の発光物質とを含んでなる白色光照明システムが提供される。

【0008】

本発明の別の局面では、370～405nmのピーク発光波長を有する発光ダイオードと、第一の $\text{APO} : \text{Eu}^{2+}$, Mn^{2+} 発光体（ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）と、

a) $\text{A}_4\text{D}_{14}\text{O}_{25} : \text{Eu}^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

b) $(2\text{AO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3) : \text{Eu}^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、

c) $\text{AD}_8\text{O}_{13} : \text{Eu}^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、

d) $\text{A}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、又は

e) $\text{A}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{ACl}_2 : \text{Eu}^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）

の少なくとも1種の中から選択される第二の発光体とを含んでなる白色光照明システムが提供される。

【0009】

また、本発明の別の局面によると、約570～約620nmのピーク発光波長を有する第一の発光体粉末と、約480～約500nmのピーク発光波長を有す

る第二の発光体粉末とをブレンドして発光体粉末混合物を形成し、この発光体粉末混合物を放射線源に隣接して白色光照明システム中に配置することを含んでなる白色光照明システムの製造方法が提供される。

【0010】

【発明の実施の形態】

従来技術の問題に鑑みて、LED電力、LED活性層バンドギャップの幅及び発光物質の厚さの変化に起因するようなシステム作動中及び製造プロセス中の変化に対して感受性がより低い白色光照明システムを得ることが望ましい。本発明者らは、放射線源－発光物質システムの色出力がLEDのような放射線源によって放出される可視光放射線を多く含まなければ前記のような変化に対するこのシステムの色出力の感受性が低くなることを発見した。この場合、このシステムの色出力はLED電力、バンドギャップ幅及び発光物質の厚さによって大きく変化することはない。発光物質という用語には、ルーズ又は充填粉末形態の発光物質（発光体）と固体結晶形態の発光物質（シンチレータ）とが含まれる。

【0011】

このシステムが放出する白色光がLEDのような放射線源によって放出された可視光成分を多く含まなければ、このシステムの色出力が発光物質の厚さによって大きく変化することはない。したがって、LED放射線が発光体のような発光物質を透過する量はシステムの色出力に影響しない。これは少なくとも2つの方法で達成することができる。

【0012】

システムの色出力に対する影響を回避する1つの方法は、人間の目に見えない波長の放射線を放出する放射線源を使用することである。例えば、LEDは、人間の目には完全に見えない380nm以下の波長を有する紫外（UV）線を放出するように構成することができる。また、人間の目は380～400nmの波長を有するUV線及び400～420nmの波長を有する紫色光に対して感受性が低い。したがって、約420nm以下の波長を有する放射線は人間の目にはあまり見えないので、LEDによって放出される420nm以下の波長を有する放射線は、LEDの放出された放射線が発光体を透過するか否かに関わりなく、

LED-発光体システムの色出力に実質的に影響しないであろう。

【0013】

システムの色出力に影響するのを避ける第二の方法は、放射線源からの放射線が通り抜けられない厚い発光物質を用いることである。例えば、LEDが420～650 nmの可視光を放出する場合、発光体の厚さがシステムの色出力に影響しないように確実にするには、発光体は、LEDから放出された可視光の有意な量がその発光体を貫通するのを防ぐのに十分な厚さでなければならない。しかし、システムの色出力に影響するのを避けるこの方法は可能ではあるが、システムの出力効率が低下するので好ましくない。

【0014】

上記のいずれの場合も、システムが放出する可視光の色は単に使用する発光物質の種類にのみ依存する。したがって、LED-発光体システムが白色光を放出するためには、発光体はLED放射線を照射したときに白色光を放出しなければならない。

【0015】

本発明者らは、約570～約620 nmのピーク発光波長を有する第一の橙色発光性発光体と、約480～約500 nmのピーク発光波長を有する第二の青緑色発光性発光体とを一緒に使用すると、人間の観察者はその組み合わせさせた光を白色光として認識することを発見した。570～620 nmのピーク発光波長を有する発光体及び480～500 nmのピーク発光波長を有する発光体のような任意の発光物質を放射線源と組み合わせて使用して白色光照明システムを形成することができる。発光物質は、放射線源の特定の発光波長で高い量子効率を有するのが好ましい。また、発光物質は各々、他の発光物質が放出する波長の可視光に対して透明であるのが好ましい。

【0016】

図1に、上記原理を概略的に示す。図1で、LEDのような放射線源1は、第一の発光体3と第二の発光体4のような2つの発光物質に入射する放射線2を放出する。2つの発光体3、4は図1で対角線によって分離されているが、これは2つの発光体と一緒にブレンドされていてもよいし、又は重なった別々の層から

なっているとしてもよいことを示している。この対角線は、定義の目的でのみ使用しており、発光体の間の絶対的な対角の境界を意味するものではない。

【0017】

放射線2は420nm以下のように人間の目が感じない波長をもつのがよい。或いは、発光体3、4は放射線2が反対側に貫通できないように厚くてもよい。入手した放射線2を吸収した後、第一の発光体3は570～620nmのピーク発光波長を有する橙色光5を放出し、一方第二の発光体4は480～500nmのピーク発光波長を有する青緑色光6を放出する。人間の観察者7は橙色光5と青緑色光6の組合せを白色光8として認識する。図1では、色混合の概念を示すために橙色光5と青緑色光6が別々の発光体領域から放出されるように概略的に示されている。しかし、発光体3全体が光5を放出し、発光体4全体が光6を放出するものと了解されたい。第一と第二の発光体3、4を互いにブレンドして単一のブレンドした発光体層が形成されている場合、橙色光5と青緑色光6の両方が同じ領域から放出され得る。

【0018】

放射線源1は第一の発光体3と第二の発光体4から発光させることができる放射線源からなることができる。放射線源1はLEDからなるのが好ましい。しかし、放射線源1はまた、蛍光灯や高圧水銀灯中の水銀、又はプラズマディスプレイ中のNe、Ar及び／又はXeのような希ガスなどのガスからなっているとしてもよい。

【0019】

例えば、放射線源1はLEDからなることができ、このLEDは、第一の発光体3と第二の発光体4に、LEDから放出された放射線2が第一の発光体3と第二の発光体4上に当たったときに人間の観察者7にとって白色に見える放射線8を放出させる。したがって、このLEDは適切なIII-V、II-VI又はIV-IV半導体層を主材とし360～420nmの発光波長を有する半導体ダイオードからなってもよい。例えば、LEDはGaN、ZnSe又はSiC半導体を主材とする少なくとも1つの半導体層を含有しているとしてもよい。LEDはさらに、所望であれば活性領域に1つ以上の量子井戸も含有していることができる。好ましくは、

LED活性領域は、GaN、AlGa_N及び／又はInGa_N半導体層を含むp-n接合を含んでいることができる。このp-n接合は薄いドープなしのInGa_N層又は1つ以上のInGa_N量子井戸によって分離されていてもよい。LEDは360～420nm、好ましくは370～405nm、最も好ましくは370～390nmの発光波長を有することができる。しかし、420nmを超える発光波長を有するLEDも、LEDから放出された光が発光体を貫通するのを防止する厚さの発光体と共に使用することができる。例えば、LEDは370、375、380、390又は405nmの波長を有することができる。

【0020】

上では、白色光照明システムの放射線源1を半導体発光ダイオードとして説明した。しかし、本発明の放射線源は半導体発光ダイオードに限られない。例えば、放射線源はレーザーダイオード又は有機発光ダイオード(OLE_D)からなることができる。上記した好ましい白色光照明システムは単一の放射線源1を含有している。しかし、所望であれば、放出された白色光を改善したり放出された白色光を異なる色(複数でもよい)の光と組み合わせるためにシステム中に複数の放射線源を使用することができる。例えば、ディスプレイデバイスで、白色光放出システムを赤色、緑色及び／又は青色発光ダイオードと組み合わせて使用してもよい。

【0021】

第一の発光物質は、放射線源1から入射した放射線2に応答して570～620nmのピーク発光波長を有する可視光を放出するいかなる発光体でもよい。放射線源1が360～420nmのピーク発光波長を有するLEDからなる場合、第一の発光体3はAPO:Eu²⁺, Mn²⁺からなるのが好ましく、ここでAはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる。第一の発光体3はユーロピウムとマンガンをドープしたピロリン酸アルカリ土類金属A₂P₂O₇:Eu²⁺, Mn²⁺からなるのが最も好ましく、これは(A_{1-x-y}Eu_xMn_y)₂P₂O₇と書くことができ、ここでAはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、0<x≤0.2、0<y≤0.2である。Aはストロンチウムからなるのが好ましい。この発光体はLED放射線源に対して好ましい。というのは、この発光体

は、575～595 nmのピーク発光波長を有する可視光を放出し、またLEDが放出するような360～420 nmのピーク波長を有する入射放射線に対して高い効力と高い量子効率を有するからである。また、第一の発光体は $A_3P_2O_8 : Eu^{2+}, Mn^{2+}$ からなっているとしてもよく、ここでAはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる。

【0022】

この Eu^{2+} と Mn^{2+} をドープしたピロリン酸アルカリ土類金属発光体で、Euイオンは一般に増感剤として機能し、Mnイオンは一般に活性化剤として機能する。すなわち、Euイオンは放射線源が放出した入射エネルギー（すなわち、光子）を吸収し、その吸収したエネルギーをMnイオンに伝達する。Mnイオンは吸収され伝達されたエネルギーによって励起状態に励起され、プロセス条件に応じて約575から595 nmまで変化するピーク波長を有する広い放射線バンドを放出する。

【0023】

第二の発光物質は、放射線源1から入射した放射線2にตอบสนองして480～500 nmのピーク発光波長を有する可視光を放出するいかなる発光体4でもよい。放射線源1が360～420 nmのピーク発光波長を有するLEDからなる場合、480～500 nmのピーク発光波長を有すると共に370～420 nmのピーク波長を有する入射放射線に対して高い効力と量子効率を有する市販のいかなる発光体でもよい。例えば、次の5種類の発光体がこの基準に合致する。

- a) $A_4D_{14}O_{25} : Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、
- b) $(2AO \cdot 0.84P_2O_5 \cdot 0.16B_2O_3) : Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、
- c) $AD_8O_{13} : Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなり、DはAl又はGaの少なくとも1種からなる）、
- d) $A_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMgの少なくとも1種からなる）、又は
- e) $A_2Si_3O_8 \cdot 2ACl_2 : Eu^{2+}$ （ただし、AはSr、Ca、Ba又はMg

の少なくとも１種からなる）。

【0024】

上記５種類の発光体として好ましい市販の組成物は、

- a) $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$ (SAE発光体ともいわれる)、
- b) $(2\text{SrO}\cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5\cdot 0.16\text{B}_2\text{O}_3):\text{Eu}^{2+}$ 、
- c) $\text{BaAl}_8\text{O}_{13}:\text{Eu}^{2+}$ 、
- d) $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 、又は
- e) $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8\cdot 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$

である。480～493 nmの範囲のピーク発光波長を有するこれらの発光体は、CRC Press (1987年、1999年) 刊、S. Shionoya及びW. M. Yen編、Phosphor Handbook, 第389～432頁(引用により本明細書に含まれているものとする)に記載されている。したがって、第二の発光体4は発光体a)～e)の１種以上のいかなる組合せでもよい。SAE発光体は、340～400 nmの波長を有する入射放射線に対して少なくとも90%の量子効率を有し可視光の選択的吸収がほとんど又は全くないので、好ましい。

【0025】

しかし、570～620 nm又は480～500 nmのピーク発光波長を有するその他の発光体を上記発光体の代わりに、又はそれに加えて用いてもよい。例えば、LED以外の放射線源の場合、254 nm及び147 nmのピーク波長を有する入射放射線に対して高い効力と高い量子効率を有する発光体をそれぞれ蛍光灯及びプラズマディスプレイ用に使用してもよい。蛍光灯の水銀ガス発光は254 nmのピーク発光波長を有し、プラズマディスプレイのXeプラズマ放電は147 nmのピーク発光波長を有する。

【0026】

本発明の好ましい局面では第一の発光体3と第二の発光体4が散在している。最も好ましくは、第一の発光体3と第二の発光体4を互いにブレンドして均一なブレンドを形成する。このブレンド内の各発光体の量は使用する発光体の種類と放射線源の種類に依存する。しかし、第一の発光体3と第二の発光体4は、第一

の発光体3からの発光5と第二の発光体4からの発光6との組合せ8が人間の観察者7にとって白色と見えるようにブレンドしなければならない。

【0027】

また、第一と第二の発光体3、4は放射線源1を覆って形成された別々の層からなっているてもよい。しかし、上側の発光体層は下側の発光体によって放出される放射線に対して実質的に透明でなければならない。さらに、2種類の発光体3、4の一方は他方の発光体層内に埋め込まれたばらばらの粒子からなっているてもよい。所望であれば、第一の発光体3と第二の発光体4の一方又は両方を、570～620nm及び／又は480～500nmのピーク発光波長を有する単結晶シンチレーターで置き換えてもよい。

【0028】

本発明の第一の好ましい実施形態では、第一と第二の発光体粉末を、LED放射線源を含有する白色光照明システム中に配置する。本発明のこの好ましい局面による白色光照明システムは異なる様々な構造をとることができる。

【0029】

第一の好ましい構造を図2に概略的に示す。この照明システムは、発光ダイオードチップ11と、このLEDチップと電気的に結合したリード線13とをもっている。リード線13はそれより太いリードフレーム15に支持された細いワイヤからなっているてもよいし、又はリード線が自立性の電極からなりリードフレームを省略してもよい。リード線13はLEDチップ11に電流を流し、したがってLEDチップ11に放射線を放出させる。

【0030】

LEDチップ11は、このLEDチップとカプセル材料19とを封入したシェル17の中にカプセル化されている。カプセル材料はUV耐性エポキシからなるのが好ましい。シェル17は、例えばガラス又はプラスチックでよい。カプセル材料は、例えばエポキシ又はシリコーンのようなポリマー材料でよい。しかし、別個のシェル17を省略し、カプセル材料19の外面がシェル17となってもよい。LEDチップ11は、例えば、リードフレーム15により、自立性の電極により、シェル17の底部又はシェルもしくはリードフレームに装着された台座に

より、支持されていてもよい。

【0031】

照明システムの第一の好ましい構造は、第一の発光体 3 と第二の発光体 4 からなる発光体層 21 をもっている。LEDチップ 11 の発光面を覆って、又はすぐ上に発光体層 21 を形成するには、第一と第二の発光体 3 と 4 の粉末を含有する懸濁液を LEDチップ 11 上に塗布し乾燥するとよい。乾燥後発光体粉末 3、4 は固体の発光体層又はコーティング 21 を形成する。シェル 17 とカプセル材料 19 はいずれも、白色光 23 がこれらの要素を透過できるように透明でなければならない。発光体は、第一の発光体 3 が放出した橙色光 5 と、第二の発光体 4 が放出した青緑色光 6 とからなる白色光 23 を放出する。

【0032】

図 3 に、本発明の第一の好ましい実施形態によるシステムの第二の好ましい構造を示す。図 3 の構造は図 2 の構造と同じであるが、第一と第二の発光体粉末 3、4 は、LEDチップ 11 の上を覆って形成されているのではなく、カプセル材料 19 内に散在している点が異なっている。第一と第二の発光体粉末 3、4 はカプセル材料 19 の単一の領域内に散在していてもよいし、或いはカプセル材料の全体にわたって散在していてもよい。発光体粉末をカプセル材料内に散在させるには、例えば、粉末をポリマー前駆体に加えた後ポリマー前駆体を硬化させてポリマー材料を固化させる。或いは、発光体粉末をエポキシカプセル材中に混合してもよい。その他の発光体散在法も使用できる。第一の発光体粉末 3 と第二の発光体粉末 4 を予め混合した後これらの粉末 3、4 の混合物をカプセル材料 19 に加えてもよいし、発光体粉末 3、4 を別々にカプセル材料 19 に加えてもよい。或いは、所望であれば、第一と第二の発光体 3、4 を含む固体の発光体層 21 をカプセル材料 19 中に挿入してもよい。この構造では、発光体層 21 が LEDにより放出された放射線 25 を吸収し、それに応答して白色光 23 を放出する。

【0033】

図 4 に、本発明の第一の好ましい実施形態によるシステムの第三の好ましい構造を示す。図 4 の構造は図 2 の構造と同じであるが、第一と第二の発光体 3、4 を含有する発光体層 21 は LEDチップ 11 を覆って形成する代わりにシェル 1

7上に形成されている。発光体層21はシェル17の内面上に形成するのが好ましいが、所望であれば発光体層21をシェルの外面上に形成してもよい。発光体層21はシェルの全面に塗布してもよいし、シェル17の表面の頂部のみに塗布してもよい。

【0034】

もちろん、図2～4の実施形態を組み合わせてもよいし、発光体をこれらのうちの2つもしくは3つすべての配置で配置してもよいし、又はその他の適切な配置で、例えばシェルとは別個にもしくはLED中に組み込んで配置してもよい。

【0035】

本発明の第二の好ましい実施形態では、蛍光灯放射線源を含有する白色光照明システム中に第一と第二の発光体粉末3、4を入れる。蛍光灯の一部を概略的に図5に示す。蛍光灯31は、ランプカバー33の表面上、好ましくは内面上に第一の発光体3と第二の発光体4からなる発光体コーティング35を含んでいる。また蛍光灯31はランプベース37とカソード39も含んでいるのが好ましい。ランプカバー33内には、カソード39にかけた電圧に応じてUV放射線を放出する水銀のようなガスが封入されている。

【0036】

本発明の第三の好ましい実施形態では、プラズマディスプレイデバイスを含む白色光照明システム中に第一と第二の発光体粉末3、4を入れる。AC又はDCプラズマディスプレイパネルのようないかなるプラズマディスプレイデバイスでも使用することができ、例えばCRC Press (1987年、1999年) 刊、S. Shionoya及びW. M. Yen編, Phosphor Handbook, 第623～639頁(引用により本明細書に含まれているものとする)に記載されているデバイスを使用することができる。図6に、DCプラズマディスプレイデバイス41の1つのセルを概略的に示す。このセルは、第一のガラスプレート42、第二のガラスプレート43、少なくとも1つのカソード44、少なくとも1つのアノード45、第一と第二の発光体3、4からなる発光体層46、バリヤーリブ47、及び希ガススペース48をもっている。ACプラズマディスプレイデバイスの場合はカソードとガススペース48との間に追加の誘電体

層が加えられる。アノード 45 とカソード 44 との間に電圧をかけると、スペース 48 内の希ガスが短波長の真空紫外線 (VUV) を放出し、これが発光体層 46 を励起して白色光を放出させる。

【0037】

個々の発光体 3 と 4 は、例えば、湿式化学法や固体状態法のような任意のセラミック粉末法によって作成できる。ユーロピウムとマンガンをドーブしたピロリン酸ストロンチウム発光体からなる第一の発光体 3 の製造法は次の工程からなるのが好ましい。

【0038】

まず最初に、第一の発光体材料の出発化合物をるつぽ内で手操作によりブレンドもしくは混合するか又はボールミルのような適切な容器内で機械的にブレンドもしくは混合して出発粉末混合物を形成する。この出発化合物は酸化物、リン酸塩、水酸化物、シュウ酸塩、炭酸塩及び／又は硝酸塩からなる出発発光体化合物でよい。好ましい出発発光体化合物は、リン酸水素ストロンチウム SrHPO_4 、炭酸マンガン MnCO_3 、酸化ユーロピウム Eu_2O_3 、又はリン酸水素アンモニウム $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ からなる。 $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ 粉末は、生成する第一の発光体のモル数に対して化学量論比より 2% 過剰の量で加えるのが好ましい。同様に、所望であれば、多少過剰の Sr 化合物を加えてもよい。ストロンチウムのいくらか又は全部をカルシウム、バリウム及び／又はマグネシウムで置換したい場合には、カルシウム、バリウム及び／又はマグネシウムの出発化合物を加えることもできる。

【0039】

次に、出発粉末混合物を空気中で約 $300 \sim 800^\circ\text{C}$ 、好ましくは 600°C に約 1 ～ 5 時間加熱する。次いで、得られた粉末を再びブレンドした後、約 $1000 \sim 1250^\circ\text{C}$ 、好ましくは 1000°C の還元性雰囲気中で焼成して、力焼された発光体すなわちケーキを形成する。好ましくは、出発粉末混合物を窒素と $0.1 \sim 10\%$ 水素からなる雰囲気中の炉内で 4 ～ 10 時間、好ましくは 8 時間力焼した後炉を消すことによって同じ雰囲気中で冷却する。

【0040】

白色光照明システムの一部に発光体粉末を容易に塗布するためには、力焼された固体の発光体物体を第一の発光体粉末3に変換するとよい。固体の発光体物体は粉碎法、ミル磨砕法又は微粉碎法、例えば湿式ミル、乾式ミル、ジェットミル又は粉碎によって第一の発光体粉末に変換することができる。固体物体をプロパノール、メタノール及び／又は水中で湿式ミルにかけた後乾燥するのが好ましい。

【0041】

第二の発光体4は次の5種類の発光体の1つ以上の組合せの中から選択することができる。

a) $A_4D_{14}O_{25} : Eu^{2+}$ 、好ましくは $Sr_4Al_{14}O_{25} : Eu^{2+}$ (「SAE」)

、

b) $(2AlO \cdot 0.84P_2O_5 \cdot 0.16B_2O_3) : Eu^{2+}$ 、好ましくは $(2SrO \cdot 0.84P_2O_5 \cdot 0.16B_2O_3) : Eu^{2+}$ 、

c) $AD_8O_{13} : Eu^{2+}$ 、好ましくは $BaAl_8O_{13} : Eu^{2+}$ 、

d) $A_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ 、好ましくは $(Sr, Mg, Ca)_{10}(PO_4)_6Cl_2 : Eu^{2+}$ 、又は

e) $A_2Si_3O_8 \cdot 2AlCl_2 : Eu^{2+}$ 、好ましくは $Sr_2Si_3O_8 \cdot 2SrCl_2 : Eu^{2+}$ 。

これらの発光体の製造方法は、CRC Press (1987年、1999年) 刊、S. Shionoya 及び W. M. Yen 編、Phosphor Handbook, 第389～432頁 (引用により本明細書に含まれているものとする) に記載されているように、業界で公知である。例えば、SAE発光体を製造するには、 α アルミナ、酸化ユーロピウム及び炭酸ストロンチウムをホウ酸塩フラックスと混合し、その混合物を1200℃で数時間焼成し、その後混合物をフォーミングガス (98% N_2 / 2% H_2) 中で冷却し、微粉碎し、力焼された粉体を篩い分けし、得られた粉末を湿った H_2 / N_2 ガス混合物中1300℃で再度焼成し、次いでこの再焼成された粉体を再度微粉碎して第二の粉末4を形成する。

SAE発光体の好ましい組成は $(Sr_{1-x}Eu_x)_4Al_{14}O_{25}$ であり、ここで x は0.1～0.01の範囲であり、好ましくは0.1の値をもつ。類似の方法を

用いて $\text{BaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ 発光体を形成することができるが、この場合炭酸ストロンチウムの代わりに炭酸バリウムを使用する。

【0042】

($2\text{SrO} \cdot 0.84\text{P}_2\text{O}_5 \cdot 1.6\text{B}_2\text{O}_3$): Eu^{2+} 発光体の出発材料は SrHPO_4 、 SrCO_3 、 Eu_2O_3 、及び H_3BO_3 (99.5%) である。焼成は、やや還元性の雰囲気中 $1100 \sim 1250^\circ\text{C}$ で数時間行う。この発光体は2～3モル%の Eu を含有するのが好ましい。 $(\text{Sr}, \text{Mg}, \text{Ca})_{10}(\text{PO}_4)_6\text{Cl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 発光体の出発材料は BaHPO_4 、 BaCO_3 、 CaCO_3 、 MgO 、 NH_4Cl 及び Eu_2O_3 である。焼成は、空气中 800°C で行い、次いで、再微粉碎後やや還元性の雰囲気中で実施する。 $\text{Sr}_2\text{Si}_3\text{O}_8 \cdot 2\text{SrCl}_2:\text{Eu}^{2+}$ 発光体の出発材料は2:3:2の比の SrCO_3 、 SrO_2 、 SrCl_2 と $0.1\text{Eu}_2\text{O}_3$ である。これらの出発材料を水と混合し、空气中 850°C で3時間焼成し、微粉碎し、やや還元性の雰囲気中 950°C で再度焼成し、再度微粉碎する。次いで、この再度微粉碎した力焼された物体を水で洗浄して残留している SrCl_2 を除去する。しかし、これら5種類の第二の発光体4粉末はいずれも市場で入手することができ、したがってその正確な製造法は重要ではない。

【0043】

次に、第一と第二の発光体粉末3と4を互いにブレンド又は混合して発光体粉末ブレンド又は混合物を形成する。これら粉末3、4はるつぽ内で手操作によりブレンドしてもよいし、又はボールミルのような適切な別の容器内で機械的にブレンドしてもよい。もちろん、発光体粉末ブレンドは所望により2種類より多くの粉末を含有していてもよい。また、第一と第二の力焼された物体を微粉碎し、互いにブレンドしてもよい。

【0044】

発光体粉末ブレンドの組成は、第一と第二の発光体3、4及び放射線源1のピーク発光波長に基づいて最適化することができる。例えば、 405nm のピーク発光波長を有する放射線源の場合、発光体粉末ブレンドは、 $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$ を89重量%、 SAE を11重量%含有するのが好ましい。対照的に、 380nm のピーク発光波長を有する放射線源の場合、発光体粉末ブレン

ドは、 $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$ を77重量%、SAEを23重量%含有するのが好ましい。

【0045】

次に、発光体粉末ブレンドを白色光照明システム中に入れる。例えば、本発明の第一の好ましい実施形態に関連して上述したように、発光体粉末ブレンドを、LEDチップを覆って配置するか、カプセル材料中に散在させるか、又はシェルの表面上に塗布することができる。

【0046】

発光体粉末ブレンドをLEDチップ又はシェル上に塗布する場合には、発光体粉末ブレンドと液体の懸濁液を用いてLEDチップ又はシェル表面に塗布するのが好ましい。この懸濁液は、場合により溶媒中に結合材を含有していてもよい。この結合材は、酢酸ブチルやキシロールのような溶媒中のニトロセルロースやエチルセルロースのような有機物質からなるのが好ましい。結合材は粉末粒子同士及び粉末粒子とLED又はシェルとの接合力を高める。しかし、所望であれば、プロセスを簡単化するために結合材を省略してもよい。塗布後懸濁液を乾燥し、加熱して結合材を蒸発させることができる。発光体粉末ブレンドは溶媒の乾燥後発光体層21として機能する。

【0047】

発光体ブレンドをカプセル材料19内に散在させる場合には、発光体ブレンドをポリマー前駆体に加え、その後ポリマー前駆体を硬化させてポリマー材料を固化させるとよい。また、発光体ブレンドをエポキシカプセル材と混合してもよい。他の発光体散在法も使用できる。

【0048】

発光体ブレンドを蛍光灯又はプラズマディスプレイ中に入れる場合には、発光体粉末ブレンドと液体の懸濁液を用いて蛍光灯又はプラズマディスプレイの内面に塗布する。上述したように、この懸濁液は、場合により溶媒中に結合材を含有していてもよい。

【0049】

発光体ブレンドのコーティングとして発光体塗布法を説明して来たが、第一と

第二の発光体 3 と 4 は、白色光照明システムの表面上に重ねた別個の層として形成してもよい。さらに、所望により、発光物質は、発光体の代わりに、又は発光体に加えて、単結晶シンチレーター材料を含んでいてもよい。シンチレーターはいかなるシンチレーター製造法で作成することもできる。例えば、シンチレーターは Czochralski 法、フロートゾーン法その他の結晶成長法によって形成してもよい。次に、シンチレーターを、LEDチップを覆って配置するか、又は白色光照明システムのシェルとして、もしくはシェルの頂部として使用することができる。

【0050】

【実施例】

以下の実施例は単なる例示であり、特許請求の範囲に記載した本発明の範囲をいかなる意味でも限定するものではない。

【0051】

実施例 1

第一の $(\text{Sr}_{0.8}\text{Eu}_{0.1}\text{Mn}_{0.1})_2\text{P}_2\text{O}_7$ 発光体を製造するために、 SrHPO_4 、 MnCO_3 、 Eu_2O_3 及び $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ の粉末をブレンドして出発粉末混合物を形成した。 $(\text{NH}_4)\text{HPO}_4$ は、生成する第一の発光体のモル数に対して化学量論比より 2% 過剰の量で加えた。次に、この出発粉末混合物を空気中で 1 時間約 600°C に加熱した。次いで、得られた粉末を再度ブレンドした後、窒素と 0.5% 水素からなる還元性雰囲気中で 8 時間約 1000°C で焼成して力焼された発光体物体すなわちケーキを形成した。この固体の発光体ケーキを湿式ミルとその後の乾燥によって第一の発光体粉末に変換した。

【0052】

この第一の発光体粉末を市販の SAE 発光体粉末と 89 : 11 の重量比でブレンドして発光体粉末ブレンドすなわち混合物を得た。この発光体粉末ブレンドを、405 nm のピーク発光波長を有する光源で照射した。発光体の発光は白色に見え、その CIE 色座標は測光計算により $x = 0.39$ 、 $y = 0.42$ と決定された。この色座標は、人間の観察者に白色に見える色出力であることを示している。

【0053】

実施例 2

実施例 1 の実験を繰り返した。ただし、放射線源のピーク発光波長は 380 nm であり、発光体粉末ブレンドは 77 : 23 の重量比のピロリン酸ストロンチウムと SAE を含有していた。発光体の発光は白色に見え、その CIE 色座標は測光計算により $x = 0.39$ 、 $y = 0.42$ と決定された。この色座標は、人間の観察者に白色に見える色出力であることを示している。

【0054】

例示の目的で好ましい実施形態について記載した。しかし、以上の説明は本発明の範囲を限定するものではない。したがって、当業者には、特許請求の範囲に記載した本発明の思想と範囲から逸脱することのない様々な修正、適用及び代替が明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の 1 つの実施形態による白色光照明システムの概略図である。

【図 2】

本発明の第一の好ましい実施形態による LED を用いた照明システムの概略断面図である。

【図 3】

本発明の第一の好ましい実施形態による LED を用いた照明システムの概略断面図である。

【図 4】

本発明の第一の好ましい実施形態による LED を用いた照明システムの概略断面図である。

【図 5】

本発明の第二の好ましい実施形態による蛍光灯を用いた照明システムの概略断面図である。

【図 6】

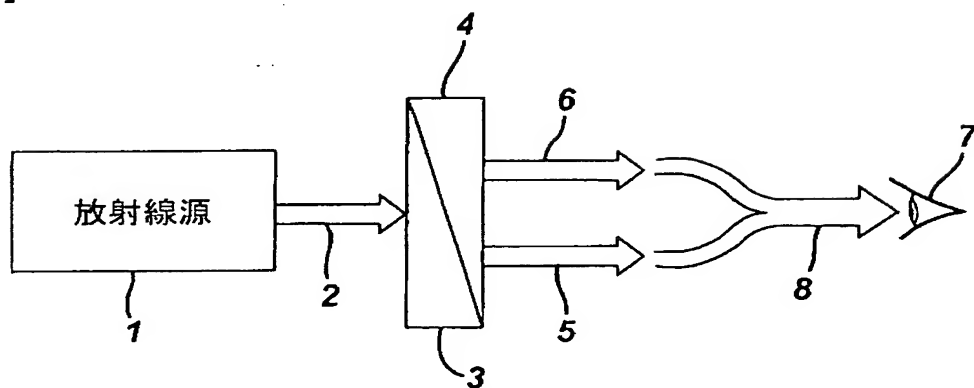
本発明の第三の好ましい実施形態によるプラズマディスプレイを用いた照明シ

システムの概略断面図である。

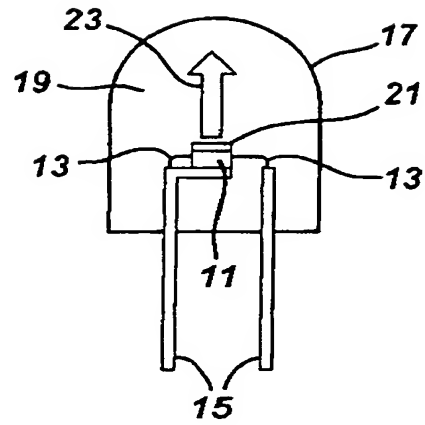
【符号の説明】

- 1 放射線源
- 2 放射線
- 3 第一の発光体
- 4 第二の発光体
- 5 橙色光
- 6 青緑色光
- 8 白色光
- 11 発光ダイオードチップ
- 17 シェル
- 19 カプセル材料
- 21、46 発光体層
- 23 白色光
- 31 蛍光灯
- 35 発光体コーティング
- 41 DCプラズマディスプレイデバイス

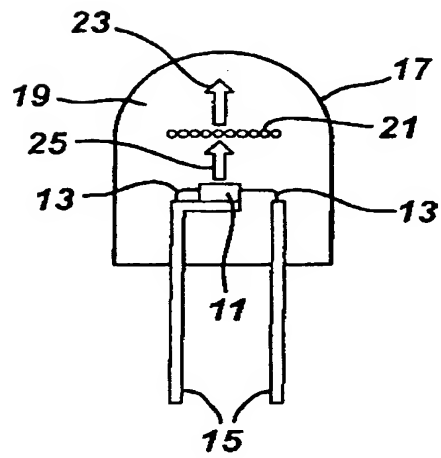
【図1】



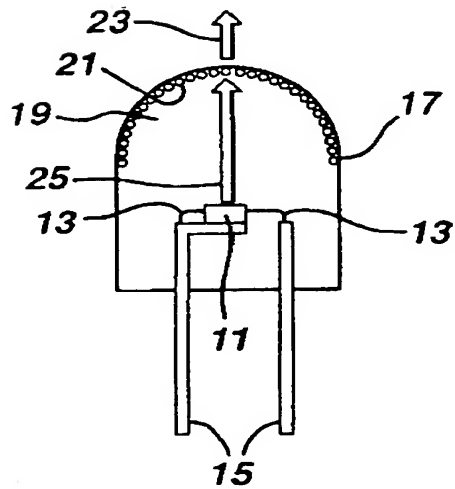
【図2】



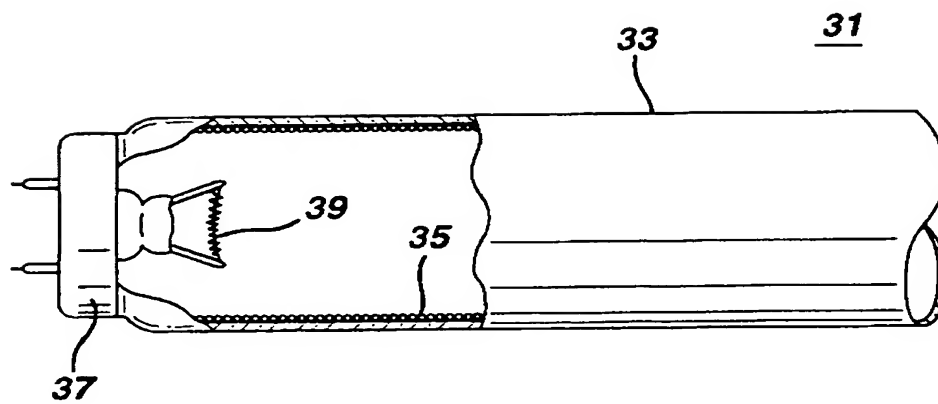
【図3】



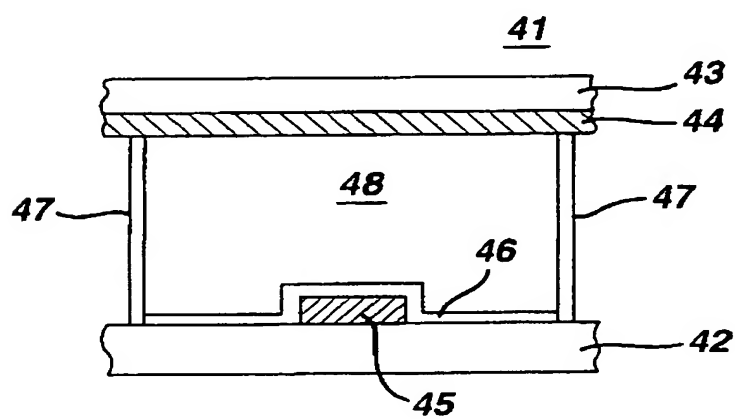
【図4】



【図5】



【図6】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		National Application No. PCT/US 01/15494
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01L33/00 C09K11/80 C09K11/81		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01L C09K		
Documentation searched other than minimum documentation: to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practice, search terms used) PAJ, WPI Data, EPO-Internal, INSPEC, IBM-TDB		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X, P	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 09, 13 October 2000 (2000-10-13) & JP 2000 183408 A (TOSHIBA ELECTRONIC ENGINEERING CORP; TOSHIBA CORP), 30 June 2000 (2000-06-30) abstract	1-4, 13
P, A	US 6 084 250 A (JUESTEL THOMAS ET AL) 4 July 2000 (2000-07-04) the whole document	1-4
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document, but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *S* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 August 2001		Date of mailing of the international search report 23/08/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5118 Patentkan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2240, Tx. 31 051 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3010		Authorized officer Drouot-Onillon, M-C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 01/15494

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2000183408 A	30-06-2000	NONE	
US 6084250 A	04-07-2000	DE 19756360 A	10-09-1998
		DE 19802046 A	17-09-1998
		EP 0907970 A	14-04-1999
		EP 0907971 A	14-04-1999
		WO 9839805 A	11-09-1998
		WO 9839806 A	11-09-1998
		JP 2000509912 T	02-08-2000
		JP 2000511586 T	05-09-2000
		US 6051925 A	18-04-2000

フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターコード (参考)
C 0 9 K 11/64	C P S	C 0 9 K 11/64	C P S
11/71	C P W	11/71	C P W
	C P X		C P X
11/72	C P M	11/72	C P M
F 2 1 V 5/04		F 2 1 V 5/04	Z
H 0 1 L 33/00		H 0 1 L 33/00	C
			N
// F 2 1 Y 101:02		F 2 1 Y 101:02	

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

Fターム(参考) 4H001 CA02 CA04 CA05 CF02 XA05
XA08 XA12 XA13 XA14 XA15
XA17 XA20 XA31 XA38 XA56
YA25 YA63
5F041 AA11 CA34 CA40 DA18 DA44
EE25 FF11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.